

<http://12.espacnct.com/espacenet/abstract?CY=ep&LG=cn&PNP-JP1110908&PN-J...> 12/11/2003

esp@cenet - Document Bibliography and Abstract

Page 1 sur 1

## METHOD FOR FORMING CERAMIC COIL SPRING

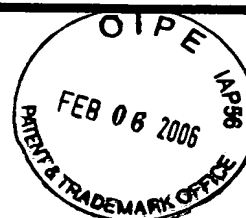
Patent Number: JP1110907  
 Publication date: 1989-04-27  
 Inventor(s): ADACHI RYUJI; others: 05  
 Applicant(s): NHK SPRING CO LTD  
 Requested Patent: ☐ JP1110907  
 Application Number: JP19870268330 19871026  
 Priority Number(s):  
 IPC Classification: B28B1/40  
 EC Classification:  
 Equivalents: JP2117665C, JP8032410B

### Abstract

**PURPOSE:** To prevent wire from breaking, deforming and the like and consequently reduce the scattering in shape by a method wherein organic material for giving formability and water are added to ceramic powder so as to kneaded one another, formed in wire and dried and, after that, immersed in solvent so as to be given plasticity.

**CONSTITUTION:** Ceramic powder, the which organic material for giving formability and water as its solvent are added and kneaded, is extruded with a die in the form of wire. The wire is dried so as to fully shrink on drying. Next, the dry wire is immersed in coiling solvent. The, wire, which is given plasticity by being immersed in the coiling solvent, is coiled round a mandrel and, after that, dried and finally the resultant formed body in coiled form is removed from the mandrel. As the resultant formed body, almost no shrinkage on drying after coiling develops and the breakage and deformation at the inside of the coil of the wire are little. Further, scattering in shape is little even in comparison among a large number of formed bodies.

Data supplied from the esp@cenet database - 12



BEST AVAILABLE COPY

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-110907

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)4月27日

B 28 B 1/40

B-6865-4G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 セラミックスコイルばねの成形方法

⑯ 特 願 昭62-268330

⑰ 出 願 昭62(1987)10月26日

⑱ 発 明 者 安 達 隆 二 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内

⑱ 発 明 者 中 谷 雅 彦 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内

⑱ 発 明 者 佐 藤 繁 美 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内

⑱ 発 明 者 東 野 豊 之 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内

⑲ 出 願 人 日本発条株式会社 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地

⑳ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

セラミックスコイルばねの成形方法

2. 特許請求の範囲

セラミックス粉体に成形性を付与する有機材料及び水を加えて混練して線材に成形した後、該線材を乾燥する工程と、乾燥された線材を溶媒に浸漬して可塑性を付与する工程と、該線材をコイルリングする工程とを具備したことを特徴とするセラミックスコイルばねの成形方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はセラミックスコイルばねの成形方法に関する。

(従来の技術)

コイルばねは各種機械にとって重要な部品として用いられている。こうしたコイルばねは金属材料から製造されてきたが、金属製コイルばねは耐熱性、耐食性、耐摩耗性等の特性に劣るため、近年、これらの特性を改善し得るセラミックス製の

コイルばねの製造が試みられている。

セラミックスコイルばねの製造方法としては、セラミックス粉体原料に成形性を付与する有機材料とその溶剤とを混練し、この混練物を押し出して得られるセラミックス線材を用いて目的とするコイル形状のコイルばねを得る方法が行なわれている。

成形性を付与する有機材料として水溶性のものを、その溶剤として水を使用してコイルばねを製造した場合、以下の問題が生じる。

① 線材に含まれる水分が多い場合(高含水率の線材)

コイルリング自体は容易であるが、コイルリング用の芯棒に巻きつけるとコイルリング時に内側(内径)がつぶれやすい。また、この状態で乾燥させると、水分の蒸発に伴う乾燥収縮で線切れ、及び更にコイル内径のつぶれが生じる。なお、高含水率の線材を用いてコイルリングした場合、コイルリング直後に芯棒から成形体を取り外すと、保形性がなくコイル形状を保持しない。

②逆に線材に含まれる水分が少ない場合

セラミックス押出原料の混練時に添加水分量を少なくするか、又は押し出した線材を乾燥させて水分量を少なくし、コイリング後の乾燥収縮をできるだけ小さくしようとする、線材が硬くなり、その後のコイリング作業が困難でコイリング時に線切れを生じる。また、雰囲気(温度、湿度等)によってコイリングの状態が大きく影響されるため、コイリング可能な条件が限定される。また、微量な水分量の変化により、乾燥後の形状ばらつきが大きい。したがって、線径1mm以下の細線のコイリング及び $D/d$ ( $D$ :コイル平均径、 $d$ :線径)の小さいコイリングが困難である。

そこで、一般的に考えられるセラミックスコイルばねの製造方法としては、例えば以下のような方法が知られている。

①セラミックス粉体原料と、メチルセルローズ、界面活性剤、多価アルコール及び水とを混練し、押出成形して線材を得た後、芯棒にコイリングし、そのまま仮焼結し、その後芯棒を取り外し

しかし、従来の方法には以下のような問題がある。

①コイリング後の線切れ等を発生させないように線材を得るために、乾燥による水分調整に微妙なコントロールを必要とする。

②線材の可塑性が乾燥後においても有利に保持し得るため、コイリング後の保形性に乏しい。したがって、該線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒に造いたまま焼結する必要がある。

③芯棒として線材と同様な熱収縮特性を有するものを用いているため、線切れやコイルの内側の変形をある程度防止することができるが、仮焼結まで行なうため再使用することができず、芯棒に要するコストが高くなる。

以上のように従来の方法はコスト、歩留り等の観点から量産性の乏しい方法である。

本発明は上記問題点を解決し、細線のコイリングや $D/d$ の小さいコイリングが可能で、線材の線切れや変形等を防止でき、形状ばらつきも小さくすることができる、量産性のあるセラミックコ

イルばねを成形する方法(特開昭62-7659号公報)。

②上記方法を改良して等ピッチのコイルばねを得るために、セラミックス粉体を主原料とする押出加工された線材を水分調整し、該線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒に、間隔保持用コイル材とともに巻き付け、アルミナ粉末中に埋め込んで仮焼結を行ない、仮焼結された線材を芯棒から取り外して本焼結する方法(特開昭62-25013号公報)。

なお、これらの方法をブロック図で示すと第2図のようになる。第2図に示すように、これらの方法では原料の混練物を押出成形して線材を得た後、乾燥操作により線材を所定の水分率まで、一般に約3%以下の値まで低下させることにより、セラミックスコイルばねの成形が可能なように線材の可塑性を調整している。なお、線材の可塑性が乾燥後(水分調整後)においても有利に保持し得るように界面活性剤、多価アルコールを多添加している。

(発明が解決しようとする問題点)

イルばねの成形方法を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段と作用)

本発明のセラミックスコイルばねの成形方法は、セラミックス粉体に成形性を付与する有機材料及びその溶剤である水を加えて混練して線材に成形した後、該線材を乾燥する工程と、乾燥された線材を溶媒に浸漬して可塑性を付与するとともに成形乾燥後の保形性を改善する工程と、該線材をコイリングする工程とを具備したことを特徴とするものである。

本発明において、原料となるセラミックス粉体は、酸化物系セラミックスでもよいし、非酸化物系セラミックスでもよい。酸化物系セラミックスとしては、例えばアルミナ、ムライト、部分安定化ジルコニア等が挙げられる。また、非酸化物系セラミックスとしては、例えば窒化ケイ素、炭化ケイ素、サイアロン等が挙げられる。なお、非酸化物系セラミックスを用いる場合、水とのぬれ性を改善するために、シラン系カップリング剤、ア

ルミ系カップリング剤、チタン系カップリング剤等を用いて粉体の表面処理をすることが望ましい。

本発明において、添加する有機材料（一般にバインダーとも呼ばれる）は、セラミックス粉体のような非可塑性原料の成形において可塑性、保形性を付与し、しかも焼結により分解、飛散して焼結体に不純物などの残渣を残さないという特長を有している。

使用される有機材料には結合剤、可塑剤、分散剤などがある。これらは一般的に以下の機能を持つことが知られている。

結合剤はグリーン成形体の強度保持として機能するものであり、その配合量が少な過ぎると、得られる混練物がもろくなって押出成形やコイル状への加工が困難となる。また、その配合量があまりにも多くなると、ダイス（ノズル）からの押出成形が困難となるなどの問題を発生する。

可塑剤は可塑性、柔軟性を与える機能で、押出成形や押出成形して得られた線材に良好な柔軟性

が、4以上であることがより望ましい。可塑剤としては、このほかグリセリン等が用いられる。更に、セラミックス粉体と有機材料との分散状態を良好にするために、分散剤としてポリカルボン酸塩等を添加してもよい。

以上の各原料は、適当な配合比で配合され、混練される。各原料は、セラミックス粉体 100重量部に対して、結合剤 1～20重量部（好ましくは 3～10重量部）、可塑剤 1～25重量部（好ましくは 5～20重量部）、分散剤 0～10重量部（好ましくは 0.01～3重量部）、適量の水という配合比で配合される。これらの混練物は、線材に成形された後、水分をほとんど除去し、十分に乾燥収縮した状態まで乾燥される。この状態ではコイリングに必要とされる十分な可塑性はない。なお、混練物を線材に成形する方法はどのような方法でもよいが、適当な方法としては例えば押出成形が挙げられる。

本発明において、乾燥した線材をコイリングする前に可塑性を付与するために用いられる溶媒

を与える。その配合量が少な過ぎると、混練物の粘性が高くなり、押出が困難となる問題を発生し、またその配合量があまりにも多すぎると、混練物の強度が低下し、コイル形状の保形性がなくなるなどの問題を発生する。

分散剤はセラミックス粉体と有機材料を混練したときの均一分散及び有機材料の溶剤の添加量を低減させる機能をもつ。

本発明において、結合剤としては水溶性であるが、コイリング時の溶媒に溶解しにくいもの、例えばメチルセルロースが用いられる。また、可塑剤としては水溶性で、かつコイリング時の溶媒に溶解しやすいもの（両親媒性のもの）が選択される。こうした可塑剤としては、分子構造として  $-(CH_2CH_2O)_n-$ （ただし、 $n$  は 1 以上）を有するものが望ましく、例えばポリエチレングリコールが挙げられる。また、ポリエチレングリコールの一端又は両端を、 $-OCH_3$ 、 $-COOCH_3$ 、 $-COOH$ 、 $-NH_2$ 、 $-CN$ 、 $-NHCONH_2$  等の親水基で置換したものでよい。なお、 $n$  は 1 以上であればよい

（以下、コイリング溶媒と記す）としては、セラミックス粉体粒子間に浸透しやすく、有機材料を軟化させて可塑性を付与させるものが用いられる。すなわち、水溶性結合剤であるメチルセルロースを軟化はさせるが溶解させにくく、可塑成分を溶解させる作用を有するものが用いられる。このようなコイリング溶媒としては、アルコール、エステル、ケトン、芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、脂環族炭化水素、塩素化炭化水素の群から選択される単独溶媒もしくは 2 種以上の混合溶媒、又はアルコールと少量の水との混合溶媒が挙げられる。特に、エステル、ケトン又は塩素化炭化水素との混合溶媒、アルコールと塩素化炭化水素との混合溶媒等が望ましい。上記のような有機系のコイリング溶媒は表面張力が小さく、線材表面の空孔等からセラミックス粉体粒子間に入り込みやすいので、可塑化効果により、また有機材料の軟化により線材に可塑性を付与するのに有利である。また、コイリング溶媒として混合溶媒を用いれば、その組成比により有機材料の軟化度合

(結合剤、可塑剤の溶解性)を調整でき、また乾燥時の溶媒の蒸発速度を調整できるので、コイリング条件の選択の幅が広がる。

本発明において、線材をコイリングするには、旋盤式コイリングマシンの芯棒にコイリングしてもよいし、自動コイリングマシンを用いてもよい。なお、本発明におけるセラミックスコイルばねの成形を連続的に行なうには、コイリングマシンの前段にコイリング溶媒を収容した溶媒槽を設け、この溶媒槽に乾燥した線材を浸漬すればよい。更に、溶媒槽の前段に押出成形機及び成形された線材を乾燥する乾燥炉を設けてもよい。

このようにして得られたコイル状成形体を乾燥し、芯棒から取り外した後、脱バインディング及び焼結することによりセラミックスコイルばねが製造される。

本発明方法では、水分を除去して乾燥収縮させた線材をコイリング溶媒に浸漬する際に、線材表面の空孔等からコイリング溶媒がセラミックス粉体粒子間及び有機材料に吸収され、線材のコイリ

ングに必要な可塑性が付与される。そして、線材の乾燥後にはコイリング溶媒によって可塑成分(ポリエチレングリコール等)が溶出し、かつ水溶性の結合剤(メチルセルロース)はコイリング溶媒によって軟化するだけで、ほとんど溶解、膨潤していないので、コイリング溶媒乾燥後には良好な保形性が得られる。したがって、従来のように線材中に含まれる水分及び有機材料(結合剤、可塑剤等)により、線材のコイリングに必要な可塑性を付与する場合と異なり、①水分調整がいらぬ、②保形性がよい、③線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒に巻いたまま焼結する必要がない、④従来の金属ばねと同様にコイリングマシンが使用できる、⑤量産性がある、等の効果が得られる。そして、細線のコイリングやD/dの小さいコイリングが可能で、線材の線切れ等を防止でき、成形体の形状ばらつきも小さくすることができる。

#### (実施例)

以下、本発明方法を実施例に基づいてより詳細

に説明する。なお、以下の実施例では、第1図にブロック図で示す工程に従い、各操作を行なった。

#### 実施例 1

第1表に示す原料を同表に示す配合比で配合して原料を調整し、混練した後、口径2.9mmのダイスを用いて押出成形して線材を作製し、この線材を十分に乾燥収縮するまで乾燥した。次に、乾燥した線材を第1表に示すコイリング溶媒に浸漬した。

まず、線材をコイリング溶媒に5分間浸漬した後の乾燥挙動を調べた結果を第3図に示す。第3図において線材を取り出した直後の重量の増加分は、線材に吸収されたコイリング溶媒によるものであり、これによりコイリングに必要な可塑性が付与される。また、線材の乾燥後の重量の減少分は可塑成分が溶出したことによるものである。なお、用いられたコイリング溶媒は水溶性の結合剤であるメチルセルロースに対して貧溶媒であるため、メチルセルロースは軟化するだけでほとんど

溶解しない。このことから、コイル形状の成形体の乾燥後の保形性が向上する。

次に、コイリング溶媒に浸漬して可塑性を付与した線材を直径25mmの芯棒にコイリングして乾燥後、コイル形状の成形体を芯棒から取り外した。この成形体に関しては、コイリング後の乾燥収縮はほとんどなく、線切れ、コイル内側の変形は少なく、多数の成形体を比較しても形状ばらつきは少なかった。次いで、コイル形状の成形体を脱バインディングした後、空气中、1450℃で焼結してセラミックスコイルばねを製造した。こうして得られたセラミックスコイルばねは、線径2.2mm、コイル径20mm、有効巻数6巻、焼結体密度6.09g/cm<sup>3</sup>、ばね定数k=0.43kgf/mm、せん断強度 $\tau$ =45kgf/mm<sup>2</sup>(平均値)であった。

これと比較するために、上記と同一の原料を使用し、混練して線材を押出成形した後、線材中の水分量を調整して芯棒にコイリングし、その後脱バインディング及び焼結を行なうという従来の方法でセラミックスコイルばねを製造した。その結果、コ

イリング後のコイル状成形体は乾燥収縮のため、線切れ、形状ばらつき等の発生により、上記実施例1より歩留りが約70%低かった。また、焼結後のセラミックスコイルばねのせん断強度は形状ばらつきのために上記実施例1の場合よりもばらつきが大きく、せん断強度の平均値も  $42 \text{ kgf}/\text{mm}^2$  と若干小さい値であった。

#### 実施例2

第2表に示す原料を同表に示す配合比で配合して原料を調整し、混練した後、押出成形して線材を作製し、この線材を十分に乾燥収縮するまで乾燥した。次に、乾燥した線材を第2表に示すコイリング溶媒に浸漬した。

まず、線材をコイリング溶媒に5分間浸漬した後の乾燥挙動を調べた結果を第4図に示す。第4図も第3図の場合と同様な乾燥挙動を示しており、上述したのと同様な議論が可能である。なお、線材をコイリング溶媒から取り出した直後の重量の増加分は第4図の方が第3図の場合よりも大きく、実施例2で用いたコイリング溶媒の方が

線材に可塑性を付与するのに有利である。

次に、コイリング溶媒に浸漬して可塑性を付与した線材を芯棒にコイリングした。この場合、線材の可塑性が良好であるため、 $D/d = 5$ の形状のコイル状成形体を容易に得ることができた。

これと比較するために、上記と同一の原料を使用し、混練して線材を押出成形した後、線材中の水分量を調整して芯棒にコイリングした。この場合、 $D/d = 5$ のコイル形状に成形しようとする、線切れが生じた。そこで、第2表の場合よりも、可塑剤であるポリエチレングリコール及びグリセリンを増加したところ、 $D/d = 5$ のコイル形状に成形することができた。しかし、この成形体は芯棒から取り外した時の保形性が乏しいものであった。したがって、焼結の際には、線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒にコイリングして焼結する必要があった。

#### 実施例3

第3表に示す原料を同表に示す配合比で配合して原料を調整し、混練した。なお、窒化ケイ素粉

体については、シランカップリング剤

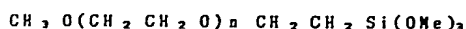


( $n=8$ )を用いて表面処理して親水性を高めた。その後、口径  $3.1\text{mm}$ のダイスを用いて押出成形して線材を作製し、この線材を十分に乾燥収縮するまで乾燥した。次に、乾燥した線材を第3表に示すコイリング溶媒に浸漬して可塑性を付与し、芯棒にコイリングして乾燥後、コイル形状の成形体を芯棒から取り外した。次いで、コイル形状の成形体を脱バインダした後、 $\text{N}_2$ ガス中、 $1850^\circ\text{C}$ で焼結してセラミックスコイルばねを製造した。こうして得られたセラミックスコイルばねは、線径

$2.2\text{mm}$ 、コイル径  $20\text{mm}$ 、有効巻数5巻、焼結体密度  $3.23 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、ばね定数  $k = 0.7 \text{ kgf}/\text{mm}$ 、せん断強度  $\tau = 48 \text{ kgf}/\text{mm}^2$  (平均値)であった。

#### 実施例4

第4表に示す原料を同表に示す配合比で配合して原料を調整し、混練した。なお、窒化ケイ素粉体については、シランカップリング剤



( $n=8$ )を用いて表面処理して親水性を高めた。その後、口径  $4.78\text{mm}$ のダイスを用いて押出成形して線材を作製し、この線材を十分に乾燥収縮するまで乾燥した。次に、乾燥した線材を第4表に示すコイリング溶媒に浸漬して可塑性を付与し、芯棒にコイリングした。

上記線径  $4\text{mm}$ 以上の線材をコイリングする場合には、線材への浸透速度が速く(表面張力が小さく)、水溶性結合剤であるメチルセルロースを非常に溶解しにくい貧溶媒である、第4表のコイリング溶媒が適していた。

#### 実施例5～8

第5表～第8表に示す原料及びコイリング溶媒を用い、上記実施例1～4と同様にしてセラミックスコイルばねの成形を行なったところ、実施例1～4と同様な結果が得られた。

第 1 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	部分安定化ジルコニア	100
結合剤	メチルセルロース	4
可塑剤	ポリエチレングリコール ( $M_n = 400$ )	4
可塑剤	グリセリン	4
分散剤	ポリカルボン酸アンモニウム塩	0.5
溶媒	水	16
コ イ リ ン グ 溶 媒		配 合 比 (vol%)
エチルアルコール		50
イソプロピルアルコール		50

第 2 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	部分安定化ジルコニア	100
結合剤	メチルセルロース	4
可塑剤	ポリエチレングリコール ( $M_n = 400$ )	4
可塑剤	グリセリン	4
分散剤	ポリカルボン酸アンモニウム塩	0.5
溶媒	水	16
コ イ リ ン グ 溶 媒		配 合 比 (vol%)
イソプロピルアルコール		50
トリクロロエチレン		50

第 5 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	窒化ケイ素 (焼結助剤含む)	100
結合剤	メチルセルロース	8
可塑剤	ポリエチレングリコール ( $M_n = 400$ )	8
可塑剤	グリセリン	8
分散剤	ポリカルボン酸アンモニウム塩	0.5
溶媒	水	27
コ イ リ ン グ 溶 媒		配 合 比 (vol%)
エチルアルコール		70
ヘキサン		30

第 6 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	部分安定化ジルコニア	100
結合剤	メチルセルロース	4
可塑剤	ポリエチレングリコール (グリセリンベース) ( $M_n = 400$ )	4
可塑剤	グリセリン	4
分散剤	ステアリン酸エマルジョン	1
溶媒	水	16
コ イ リ ン グ 溶 媒		配 合 比 (vol%)
エチルアルコール		50
メチルエチルケトン		50

第 3 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	窒化ケイ素 (焼結助剤含む)	100
結合剤	メチルセルロース	8
可塑剤	ポリエチレングリコール ( $M_n = 400$ )	8
可塑剤	グリセリン	8
分散剤	ポリカルボン酸アンモニウム塩	0.5
溶媒	水	27
コ イ リ ン グ 溶 媒		配 合 比 (vol%)
イソプロピルアルコール		50
四塩化炭素		50

第 4 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	窒化ケイ素 (焼結助剤含む)	100
結合剤	メチルセルロース	9
可塑剤	ポリエチレングリコール ( $M_n = 600$ )	9
可塑剤	グリセリン	9
分散剤	ポリカルボン酸アンモニウム塩	0.5
溶媒	水	29
コ イ リ ン グ 溶 媒		配 合 比 (vol%)
トルエン		50
イソプロピルアルコール		50

第 7 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	部分安定化ジルコニア	100
結合剤	メチルセルロース	4
可塑剤	ポリエチレングリコール ( $M_n = 400$ )	4
可塑剤	グリセリン	2
可塑剤	プロピレングリコール	2
分散剤	ポリカルボン酸アンモニウム塩	0.5
溶媒	水	16
コ イ リ ン グ 溶 媒		配 合 比 (vol%)
メチルエチルケトン		90
ポリエチレングリコール		10

第 8 表

原 料		配 合 比 (重量部)
セラミックス粉体	窒化ケイ素 (焼結助剤含む)	100
結合剤	メチルセルロース	9
可塑剤	ポリエチレングリコール ジメチルエーテル ( $M_n = 400$ )	9
可塑剤	プロピレングリコール	9
分散剤	ポリカルボン酸アンモニウム塩	0.5
溶媒	水	30
コ イ リ ン グ 溶 媒		配 合 比 (vol%)
イソプロピルアルコール		60
メチルエチルケトン		40

## 〔発明の効果〕

本発明方法によれば、水分を除去して乾燥収縮させた線材をコイリング溶媒に浸漬し、線材にコイリング溶媒を吸収させてコイリングに必要な可塑性を付与しており、線材の乾燥後にはコイリング溶媒によって可塑成分（ポリエチレングリコール等）が溶出して保形性が向上し、かつ水溶性の結合剤（メチルセルロース）はコイリング溶媒によって軟化するだけでほとんど溶解しにくく膨潤しにくいので以下のような効果を得ることができる。

1. 線材からのコイリング溶媒の蒸発速度を調節でき、コイリングに必要とされる線材の可塑性を維持できるので、細線のコイリングやD/dの小さいコイリングが可能となる。この場合、線材の可塑性はコイリング溶媒の組成や可塑剤の分子構造によって調節することができ、ばね特性に応じたコイリング条件を選択できる。

2. コイリング後の乾燥収縮が小さいので、線切れやコイル内側の変形を防止できる。しかも、線

ばねを安価に製造できる。

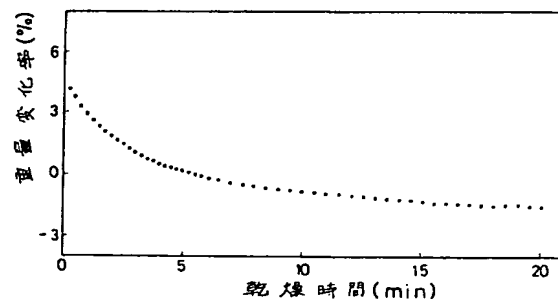
## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例におけるセラミックスコイルばねの成形方法を示すブロック図、第2図は従来のセラミックスコイルばねの成形方法を示すブロック図、第3図及び第4図はそれぞれ実施例1及び2におけるコイリング溶媒に浸漬した後の線材の乾燥挙動を示す特性図である。

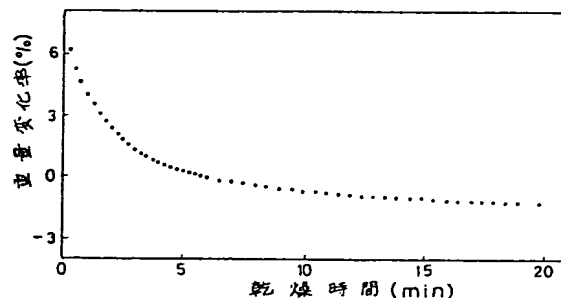
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦

材には大きな伸びが要求されず、従来よりも有機材料及びその溶剤である水の添加量が少なく済み、かつコイリング溶媒に浸漬すると、可塑成分が一部溶出されているので、乾燥後芯棒から取り外しても良好な保形性を示し、形状ばらつきも小さくすることができる。更に、有機材料の添加量が少なくよいので、高グリーン密度のセラミックスコイルばねを成形でき、その結果焼結体密度の向上が期待できる。したがって、歩留り及びばねの性能を大幅に向上することができる。

3. 線材の水分調整が不要で、線材を充分に乾燥収縮させればよいので、線材の押出成形からコイリングまで連続的に作業でき、更にはコイリングマシンを利用して金属ばねと同様な方法でコイリングできる。この結果、作業能率が大幅に向上する。なお、従来のようにコイリング用の芯棒として、線材と同程度に熱収縮特性を有するものを用いる必要は全くない。逆に、乾燥した線材を保管しておき、必要に応じて随時コイリングすることもできるので、多品種少量のセラミックスコイル

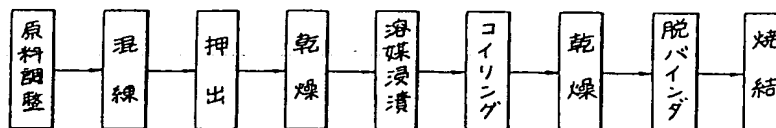


第3図

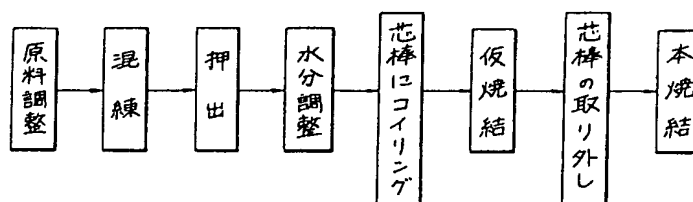


第4図





第 1 図



第 2 図

第 1 頁の続き

②発明者	埜村	秀	神奈川県横浜市磯子区新磯子町 1 番地	株式会社日発グループ中央研究所内
②発明者	安達	隆介	神奈川県横浜市磯子区新磯子町 1 番地	株式会社日発グループ中央研究所内